

## PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS METAIS

### ENSAIO DE DUREZA ROCKWELL

Os testes Rockwell constituem o método mais comum usado para medir dureza porque eles são simples para realizar e não requerem nenhuma habilidade especial. Várias diferentes escalas podem ser utilizadas a partir de possíveis combinações de vários penetradores e diferentes cargas, que permitem o teste de virtualmente todos os metais e ligas, desde o mais duro até o mais macio. Penetradores incluem bolas de aço esféricas e endurecidas de diâmetros de 1/16, 1/8, 1/4 e 0,5 polegadas (1,588 mm, 3,175 mm, 6,350 mm e 12,70 mm) e um indentador cônico de diamante, que é usado para os mais duros materiais.

Com este sistema o número de dureza é determinado pela diferença na profundidade de penetração resultante da aplicação de uma carga inicial menor seguida por uma carga maior; utilização de uma carga menor melhora a precisão do teste. Com base na magnitude das cargas tanto maior quanto menor, existem 2 tipos de testes: Rockwell e Rockwell superficial. Para Rockwell, a carga menor é 10 kg, enquanto que as cargas maiores são 60, 100 e 150 kg. Cada escala é representada por uma letra do alfabeto; várias estão listadas com o correspondente indentor e carga nas Tabelas 6.4 e 6.5a. Para testes superficiais, 3 kg é a carga menor; 15, 30 e 45kg são os possíveis valores da carga maior. Estas escalas são identificadas por 15, 30 ou 45 (de acordo com a carga), seguidos por N, T, W, X ou Y, dependendo do penetrador. Testes superficiais são frequentemente realizados sobre amostras finas. Tabela 2.4 apresenta várias escalas superficiais.

Quando se estiver especificando durezas Rockwell e superficial, devem ser indicados tanto o número de dureza quanto o símbolo da escala. A escala é designada pelo símbolo HR seguido pela apropriada identificação da escala. Por exemplo, 80 HRB representa uma dureza Rockwell de 80 na escala B, e 60 HR30W indica uma dureza superficial de 60 na escala 30W.

Tabela 2.2 - Técnicas de Ensaio de Dureza

Tabela 2.3 - Escalas de Dureza Rockwell

Tabela 2.4 - Dureza Rockwell Superficial.

Tabela 2.5 -Tabela de Conversão de Dureza

- Tabela 2.2 Técnicas de ensaio de dureza.
- (Fonte: Ciência e Engenharia de Materiais: uma Introdução 5ª Edição. Willian D. Callister, Jr)

Test	Indenter	Shape of Indentation		Load	Formula for Hardness Number <sup>a</sup>
		Side View	Top View		
Brinell	10-mm sphere of steel or tungsten carbide			$P$	$HB = \frac{2P}{\pi D[D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$
Vickers microhardness	Diamond pyramid			$P$	$HV = 1.854P/d_1^2$
Knoop microhardness	Diamond pyramid			$P$	$HK = 14.2P/l^2$
Rockwell and Superficial Rockwell	<div> <div>Diamond cone</div> <div> <div>1/16, 1/8, 1/4, 1/2 in. diameter steel spheres</div> </div> </div>			<div> <div>60 kg</div> <div>100 kg</div> <div>150 kg</div> </div> <div> <div>15 kg</div> <div>30 kg</div> <div>45 kg</div> </div>	<div>Rockwell</div> <div>Superficial Rockwell</div>

Símbolo da Escala	Penetrador	Carga Principal (Kg)
A	Diamante	60
B	Esfera 1/16"	100
C	Diamante	150
D	Diamante	100
E	Esfera 1/8"	100
F	Esfera 1/16"	60
G	Esfera 1/16"	150
H	Esfera 1/8"	60
K	Esfera 1/8"	150

Tabela 2.3 – Escalas de Dureza Rockwell  
(Fonte: Ciência e Engenharia de Materiais: uma Introdução 5ª Edição. Willian D. Callister, Jr)

Símbolo da Escala	Penetrador	Carga Principal (Kg)
15 N	Diamante	15
30 N	Diamante	30
45 N	Diamante	45
15 T	Esfera 1/16"	15
30 T	Esfera 1/16"	30
45 T	Esfera 1/16"	45
15 W	Esfera 1/8"	15
30 W	Esfera 1/8"	30
45 W	Esfera 1/8"	45

Tabela 2.4 – Escalas de Dureza Rockwell Superficial  
(Fonte: Ciência e Engenharia de Materiais: uma Introdução 5ª Edição. Willian D. Callister, Jr)

		Dureza Brinell		Dureza Rockwell normal			Dureza Rockwell Superficial			Dureza Shore	Resistência	Resistência
Dureza Rockwell	Dureza Vickers	carga 3000 Kg		esc "A"	esc "B"	esc "D"	Penetradores de Diamante				á tração	á tração
		esfera de	esf. metal	cone Diam	esf. 1/16"	cone Diam					Aproximada	Aproximada
"C"		aço	Duro	60 Kg	100 Kg	100 Kg	15 N	30 N	45 N		Mpa (N/mm2)	Kgf/mm2
68	940			85,6		76,9	93,2	84,4	75,4	97		
67	900			85		76,1	92,9	83,6	74,2	95		
66	865			84,5		75,4	92,5	82,8	73,3	92		
65	832		(739)	83,9		74,5	92,2	81,9	72	91		
64	800		(722)	83,4		73,8	91,8	81,1	71	88		
63	772		(705)	82,8		73	91,4	80,1	69,9	87		
62	746		(688)	82,3		72,2	91,1	79,3	68,8	85		
61	720		(670)	81,8		71,5	90,7	78,4	67,7	83		
60	697		(654)	81,2		70,7	90,2	77,5	66,6	81		
59	674		(634)	80,7		69,9	89,8	76,6	65,5	80		
58	653		615	80,1		69,2	89,3	75,7	64,3	78		
57	633		595	79,6		68,5	88,9	74,8	63,2	76		
56	613		577	79		67,7	88,3	73,9	62	75		
55	595		560	78,5		66,9	87,9	73	60,9	74	2075	211,6
54	577		543	78		66,1	87,4	72	59,8	72	2015	205,5
53	560		525	77,4		65,4	86,9	71,2	58,6	71	1950	198,8
52	544	(500)	512	76,8		64,6	86,4	70,2	57,4	69	1880	191,7
51	528	(487)	496	76,3		63,8	85,9	69,4	56,1	68	1820	185,6
50	513	(475)	481	75,9		63,1	85,5	68,5	55	67	1760	179,5
49	498	(464)	469	75,2		62,1	85	67,6	53,8	66	1695	172,8
48	484	451	455	74,7		61,4	84,5	66,7	52,5	64	1635	166,7
47	471	442	443	74,1		60,8	83,9	65,8	51,4	63	1580	161,1
46	458	432	432	73,6		60	83,5	64,8	50,3	62	1530	156,0
45	446	421	421	73,1		59,2	83	64	49	60	1480	150,9
44	434	409	409	72,5		58,5	82,5	63,1	47,8	58	1430	145,8
43	423	400	400	72		57,7	82	62,2	46,7	57	1385	141,2
42	412	390	390	71,5		56,9	81,5	61,3	45,5	56	1330	135,6
41	402	381	381	70,9		56,2	80,9	60,4	44,3	55	1295	132,1
40	392	371	371	70,4		55,4	80,4	59,5	43,1	54	1250	127,5
39	382	362	362	69,9		54,6	79,9	58,6	41,9	52	1215	123,9
38	372	353	353	69,4		53,8	79,4	57,7	40,8	51	1180	120,3
37	363	344	344	68,9		53,1	78,8	56,8	39,6	50	1160	118,3
36	354	336	336	68,4	(109,0)	52,3	78,3	55,9	38,4	49	1115	113,7
35	345	327	327	67,9	(108,5)	51,5	77,7	55	37,2	48	1080	110,1
34	336	319	319	67,4	(108,0)	50,8	77,2	54,2	36,1	47	1055	107,6
33	327	311	311	66,8	(107,5)	50	76,6	53,3	34,9	46	1025	104,5
32	318	301	301	66,3	(107,0)	49,2	76,1	52,1	33,7	44	1000	102,0
31	310	294	294	65,8	(106,0)	48,4	75,6	51,3	32,5	43	980	99,9
30	302	286	286	65,3	(105,5)	47,7	75	50,4	31,3	42	950	96,9
29	294	279	279	64,7	(104,5)	47	74,5	49,5	30,1	41	930	94,8
28	286	271	271	64,3	(104,0)	46,1	73,9	48,6	28,9	41	910	92,8
27	279	264	264	63,8	(103,0)	45,2	73,3	47,7	27,8	40	880	89,7
26	272	258	258	63,3	(102,5)	44,6	72,8	46,8	26,7	38	860	87,7
25	266	253	253	62,8	(101,5)	43,8	72,2	45,9	25,5	38	840	85,7
24	260	247	247	62,4	(101,0)	43,1	71,6	45	24,3	37	825	84,1
23	254	243	243	62	100	42,1	71	44	23,1	36	805	82,1
22	248	237	237	61,5	99	41,6	70,5	43,2	22	35	785	80,0
21	243	231	231	61	98,5	40,9	69,9	42,3	20,7	35	770	78,5
20	238	226	226	60,5	97,8	40,1	69,4	41,5	19,6	34	760	77,5
(18)	230	219	219		96,7					33	730	74,4
(16)	222	212	212		95,5					32	705	71,9
(14)	213	203	203		93,9					31	675	68,8
(12)	204	194	194		92,3					29	650	66,3
(10)	196	187	187		90,7					28	620	63,2
(8)	188	179	179		89,5					27	600	61,2
(6)	180	171	171		87,1					26	580	59,1
(4)	173	165	165		85,5					25	550	56,1
(2)	166	158	158		83,5					24	530	54,0
(0)	160	152	152		81,7					24	515	52,5
Os valores entre parênteses servem apenas como informação, pois estão além da escala normal.												

Os valores entre parênteses servem apenas como informação, pois estão além da escala normal

Tabela 2.5 - Tabela de Conversão de Dureza (Fonte: Supertrat Ind e Comércio e Norma SAE J 417-DEZ 83 )

Para cada caso, durezas podem variar até 130; entretanto, a medida em que os valores de dureza sobem acima de 100 ou caem abaixo de 20 em qualquer escala, elas se tornam imprecisas e, porque as escalas têm alguma superposição, numa tal situação é melhor utilizar a próxima escala mais dura ou mais mole.

Podem também resultar imprecisões se a amostra de teste for demasiado fina, se uma penetração for feita excessivamente próxima de uma aresta da amostra ou se 2 penetrações forem feitas muito próximas entre si. Espessura de amostra deveria ser pelo menos 10 vezes a profundidade da penetração, enquanto que se deveria deixar pelo menos 3 diâmetros de penetração entre uma penetração e a aresta da amostra, ou o centro de uma segunda penetração. Além disso, amostras de teste empilhadas uma sobre o topo de uma outra não é recomendado. Também, a precisão é dependente da penetração ser feita numa superfície plana e lisa ou não.

O aparelho moderno para realizar as medições de dureza Rockwell é automatizado e muito simples para usar; a dureza é lida diretamente e cada medição requer apenas uns poucos segundos. O aparelho moderno de teste também permite uma variação do tempo de aplicação da carga. Esta variável deve ser também considerada na interpretação dos dados de dureza.